

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-285414  
(43)Date of publication of application : 13.10.2000

---

(51)Int.CI. G11B .5/39

---

(21)Application number : 11-085250 (71)Applicant : FUJITSU LTD  
(22)Date of filing : 29.03.1999 (72)Inventor : KISHI HITOSHI

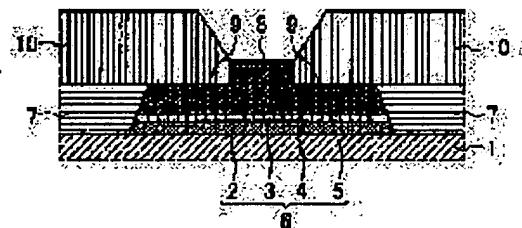
---

## (54) OVERLAIID MAGNETORESISTIVE ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent enlargement of a signal read width because of an overlaid structure and enhance a current utilization efficiency in relation to an overlaid magnetoresistive element.

**SOLUTION:** Magnetic domain control films 7 are set at ends of a magnetoresistive film 6. A pair of terminal films 10 are set above the magnetoresistive film 6 and magnetic domain control films 7 for flowing a current to the magnetoresistive film 6. Moreover, the thickness of a part which becomes a lower part of a terminal part of an antiferromagnetic layer 5 constituting the magnetoresistive film 6 is made smaller than the thickness of a part without the terminal films 10. Detecting a current at an overlap part which is a trouble in an overlap structure is limited to a minimum, and therefore a core width and a good sensitivity to cope with a reduction in track width for a high recording density can be obtained.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*Best Available Copy*

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-285414

(P2000-285414A)

(43)公開日 平成12年10月13日 (2000.10.13)

(51)Int.Cl'

G 11 B 5/39

識別記号

F I

G 11 B 5/39

マーク(参考)

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全10頁)

(21)出願番号 特願平11-85250

(22)出願日 平成11年3月29日 (1999.3.29)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 岸 均

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100072833

弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

F ターム(参考) 5D034 BA03 BA05 BA09 BA18 CA04  
CA08

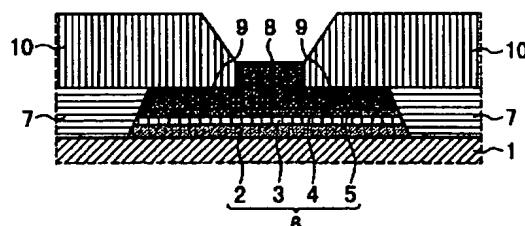
(54)【発明の名称】 オーバーレイド型磁気抵抗効果素子

(57)【要約】

【課題】 オーバーレイド型磁気抵抗効果素子に関し、  
オーバーレイド構造に伴う信号読み取り幅の拡大を防止  
し、電流利用効率を高める。

【解決手段】 磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けるとともに、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5の端子部の下部となる部分の厚さを、端子膜10が形成されていない部分の厚さよりも薄くする。

本発明の原理的構成の説明図



1 : 基板

2 : フリー層

3 : 中間層

4 : 固定層

5 : 反強磁性層

6 : 磁気抵抗効果膜

7 : 磁区制御膜

8 : 肉厚部

9 : 肉薄部

10 : 端子膜

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果膜の両端に磁区制御膜を設け、前記磁気抵抗効果膜及び磁区制御膜の上部に磁気抵抗効果膜に電流を流すための一対の端子膜を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜を構成する反強磁性層の前記端子部の下部となる部分の厚さが、前記端子膜が形成されていない部分の厚さよりも薄いことを特徴とするオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 磁気抵抗効果膜の両端に磁区制御膜を設け、前記磁気抵抗効果膜及び磁区制御膜の上部に磁気抵抗効果膜に電流を流すための一対の端子膜を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜を構成する反強磁性層の前記端子膜の端部直下となる一部分の厚さが、前記端子膜が形成されていない部分の厚さよりも薄いことを特徴とするオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 磁気抵抗効果膜の両端に磁区制御膜を設け、前記磁気抵抗効果膜及び磁区制御膜の上部に磁気抵抗効果膜に電流を流すための一対の端子膜を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜を構成する反強磁性層の前記端子部の下部となる部分を除去したことを特徴とするオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

【請求項4】 磁気抵抗効果膜の両端に磁区制御膜を設け、前記磁気抵抗効果膜及び磁区制御膜の上部に磁気抵抗効果膜に電流を流すための一対の端子膜を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜を構成する反強磁性層の前記端子膜の端部直下となる一部分を除去したことを特徴とするオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

【請求項5】 磁気抵抗効果膜の両端に磁区制御膜を設け、前記磁気抵抗効果膜及び磁区制御膜の上部に磁気抵抗効果膜に電流を流すための一対の端子膜を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜を構成する反強磁性層及び固定層の前記端子部の下部となる部分を除去したことを特徴とするオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

【請求項6】 磁気抵抗効果膜の両端に磁区制御膜を設け、前記磁気抵抗効果膜及び磁区制御膜の上部に磁気抵抗効果膜に電流を流すための一対の端子膜を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜を構成する反強磁性層及び固定層の前記端子膜の端部直下となる一部分を除去したことを特徴とするオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

【請求項7】 上記磁気抵抗効果膜が、シングルスピンドル膜、或いは、磁化の固定されていない磁性層を共有するデュアルスピンドル膜のいずれかであることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はオーバーレイド型磁気抵抗効果素子に関するものであり、特に、ハードディスクドライブ(HDD)等の磁気記録装置の再生ヘッド(リードヘッド)に用いるオーバーレイド構造の磁気抵抗効果素子における電流利用効率を高めるための反強磁性層の構造に特徴のあるオーバーレイド型磁気抵抗効果素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータの外部記憶装置であるハードディスク装置等の小型化、大容量化の要請の高まりに伴い、高密度磁気記録が可能なハードディスク装置等の研究開発が急速に進められており、この様なハードディスク装置に用いる再生ヘッドとしては再生出力が磁気記録媒体と磁気ヘッド間の相対速度に依存せずに高い出力が得られ、且つ、小型ディスクに対しても適用できる磁気抵抗効果素子(MR素子)を用いた再生専用の磁気ヘッドが注目されている。

【0003】この様な再生専用ヘッドの高密度化・大容量化に伴いリードヘッド素子の高感度化・微細化が求められており、一般的な見方では、40 Gbit/inch<sup>2</sup>(≈6.2 Gbit/cm<sup>2</sup>)の記録密度を実現するためには、磁気記録媒体に記録されるトラック幅は0.3 μm程度になると予想されている。

【0004】ここで、図6(a)を参照して、従来の磁気抵抗効果素子の概略的構成を説明する。

## 図6(a) 参照

図6(a)は、従来の磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、スライダーの母体となるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC基板(図示せず)上に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜(図示せず)を介してNiFe合金等からなる下部磁気シールド層(図示せず)を設け、下部リードギャップ層となるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜41を介してTa層(図示せず)、NiFeフリー(free)層42、CoFeフリー層43、Cu中間層44、CoFeビンド(pinned)層45、及び、PdPtMn反強磁性層46の積層構造からなるスピンドル膜を設けて所定の形状にバターニングしたのち、スピンドル膜の両端にCoCrPtハードバイアス膜47、即ち、磁区制御膜を設け、次いで、一対のAl端子膜48を形成する。次いで、再び、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の上部リードギャップ層(図示せず)を介してNiFe合金等からなる上部磁気シールド層(図示せず)を設けることによって、リードヘッドの基本構成が完成する。

【0005】この場合、スピンドル膜が単磁区にならないとバルクハウゼンノイズが発生し、再生出力が大きく変動するので、スピンドル膜の磁区を制御するためにCoCrPtハードバイアス膜47を設けて高感度化を目指している。

【0006】このリードヘッドにおける再生原理は、磁

気記録媒体等から外部磁場が印加されると、磁化が固定されていない強磁性体層、即ち、NiFeフリー層42及びCoFeフリー層43の磁化方向が外部磁場に一致して自由に回転するため、磁化が固定された強磁性体層、即ち、CoFeピンド層45の磁化方向と角度差を生ずることになる。

【0007】この角度差に依存して伝導電子のスピンに依存した散乱が変化し、電気抵抗値が変化するので、この電気抵抗値の変化をA1端子膜48から一定のセンス電流を流し電圧値の変化として検出することによって、外部磁場の状況、即ち、磁気記録媒体からの信号磁場を取得するものであり、このスピナルブ磁気抵抗センサの磁気抵抗変化率は約5%程度となる。

【0008】この様な磁気抵抗効果素子において、磁気記録媒体上に微細な幅で書き込まれたトラックからの信号を、隣接するトラックの影響を受けずに読み込むためにはリードヘッドの読み取り幅、即ち、コア幅49を磁気記録媒体に記録されたトラック幅よりも狭く形成する必要がある。

【0009】しかし、スピナルブ膜の両端部のCoCrPtハードバイアス膜47と接する部分においては、CoCrPtハードバイアス膜47からの巨大な磁界が印加されるため、両端部の0.1~0.2μm程度の領域においてはNiFeフリー層42及びCoFeフリー層43の動きが鈍くなり不感部分50が発生する。

【0010】この不感部分50の発生によって、実質的なコア幅を外観的なコア幅よりも0.2~0.4μm広く形成することが必要となり、0.3μmのトラックを読み取らせるためには0.8μm程度のコア幅が必要になる。しかし、この不感部分50における磁気抵抗変化は小さく、また、スピナルブ膜の電気抵抗はA1端子膜48に比べて遙に大きいため、実際のコア幅を必要なコア幅よりも大きく形成した場合には、磁気抵抗効果素子の出力を著しく低下させる結果となる。

【0011】そこで、この様な問題を解決するために、オーバーレイド型磁気抵抗効果素子の研究が現在行われているので、このオーバーレイド型磁気抵抗効果素子を図6(b)を参照して説明する。

#### 図6(b) 参照

図6(b)は、従来のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、基本的構成は図6(a)のリードと全く同様であるが、オーバーレイド型磁気抵抗効果素子においては、一対のA1端子膜51の間隔に比べて、CoCrPtハードバイアス膜47の間隔を広くとする様な構造、即ち、オーバーレイド構造を採用したものであり、この様な構造にすることによって、不感部分50が再生出力を検出するA1端子膜51から遠ざかり不感部分50には電流が流れないと、効率良く出力を取り出すことが可能になる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、実際には、スピナルブ膜の上部にあるPdPtMn反強磁性層46の電気抵抗が他の層に比べて高いため、A1端子膜51から流れ込む電流が分散して不感部分50にも一部電流が流れてしまい、効率を下げる原因となっていた。

【0013】また、不感部分50となる部分においても、実際には、小さくはあるが磁気抵抗効果変化が発生するため、微細に形成されるべきコア幅52を拡げてしまう原因となる。

【0014】したがって、本発明は、オーバーレイド構造に伴う信号読み取り幅の拡大を防止し、電流利用効率を高めることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理的構成の説明図であり、この図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。なお、図1は、磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、図における符号1, 3は、それぞれ、例えば下部リードギャップ層となる基板、及び、中間層である。

#### 図1 参照

(1) 本発明は、磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5の端子部の下部となる部分の厚さが、端子膜10が形成されていない部分の厚さよりも薄いことを特徴とする。

【0016】この様に、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5の端子部の下部となる部分の厚さが、端子膜10が形成されていない部分、即ち、肉厚部8の厚さよりも薄くして電気抵抗を小さくすることによって、電流の分散を小さくすることができるとともに、コア幅の増大を抑制することができる。

【0017】また、この様に肉薄部9を構成することによって、肉薄部9の下部の固定層4が磁気記録媒体からの磁界により磁化の固定されていない磁性層、即ち、フリー層2とほぼ同一の動きを始めるため、この部分には磁気抵抗効果は殆ど現れず、コア幅が拡がるのを防ぐことができる。

【0018】(2) また、本発明は、磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5の端子膜10の端部直下となる一部分の厚さが、端子膜10が形成されていない部分の厚さよりも薄いことを特徴とする。

【0019】この様に、反強磁性層5の端子膜10の端部直下となる一部分を肉薄部9としても良く、両端に残存する肉厚の反強磁性層5によって固定層4に対するビ

シニング力を劣化させることがない。

【0020】(3) また、本発明は、磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5の端子部の下部となる部分を除去したことを特徴とする。

【0021】この様に、反強磁性層5の端子部の下部となる部分を除去することによって、端子膜10及び磁気抵抗効果膜6間の接続抵抗による電流の分散の抑制が期待できる。また、コア幅以外での磁気抵抗変化は全く起こらなくなるため、効率はさらに向上し、且つ、コア幅を残った反強磁性層5、即ち、肉厚部8の幅のみとすることができる。

【0022】(4) また、本発明は、磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5の端子膜10の端部直下となる一部分を除去したことを特徴とする。

【0023】この様に、反強磁性層5を除去する場合、反強磁性層5の端子膜10の端部直下となる一部分を除去しても良く、両端に残存する反強磁性層5によって固定層4、即ち、ビンド層に対するビンディング力を劣化させることがない。

【0024】(5) また、本発明は、磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5及び固定層4の端子部の下部となる部分を除去したことを特徴とする。

【0025】この様に、反強磁性層5を除去する場合、固定層4の端子膜10の下部となる部分も除去した方が好ましく、電気抵抗の一層の低下が期待され、電流の分散を低減することができる。

【0026】(6) また、本発明は、磁気抵抗効果膜6の両端に磁区制御膜7を設け、磁気抵抗効果膜6及び磁区制御膜7の上部に磁気抵抗効果膜6に電流を流すための一対の端子膜10を設けたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子において、磁気抵抗効果膜6を構成する反強磁性層5及び固定層4の端子膜10の端部直下となる一部分を除去したことを特徴とする。

【0027】この様に、固定層4を除去する場合、端子膜10の端部直下となる一部分を除去しても良く、両端に残存する反強磁性層5によって固定層4に対するビンディング力を劣化させることがない。

【0028】(7) また、本発明は、上記(1)乃至

(6) のいずれかにおいて、磁気抵抗効果膜6が、シングルスピンドル膜、或いは、磁化の固定されていない磁性層を共有するデュアルスピンドル膜のいずれかであることを特徴とする。

【0029】この様に、オーバーレイド型磁気抵抗効果素子に用いる磁気抵抗効果膜6としては、シングルスピンドル膜、或いは、磁化の固定されていない磁性層を共有するデュアルスピンドル膜のいずれでも良く、デュアルスピンドル膜を用いた場合には、感度が向上するが構造が複雑化する。

【0030】

【発明の実施の形態】ここで、図2及び図3を参照して、本発明の第1の実施の形態のリードヘッドに用いるオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の製造工程を説明する。

図2(a) 参照

まず、Al<sub>x</sub>O<sub>y</sub>-TiC基板(図示せず)上にスパッタ法を用いて厚さ2μmのAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>膜(図示せず)を堆積させたのち、選択電解メッキ法を用いて、100

【Oe】の磁界を印加しながら、厚さが、1~3μm、例えば、3μmのNiFe膜を形成して下部磁気シールド層(図示せず)とし、次いで、スパッタ法を用いて、厚さが、例えば、500Å(=50nm)のAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>膜11を堆積させたのち、イオンミリング法によって所定形状にバーニングすることによって下部リードギャップ層を形成し、次いで、スピンドル膜を堆積させる。

【0031】このスピンドル膜としては、フリー層となるNiFeフリー層12に異方性を付与できる大きさ、例えば、80【Oe】の磁界を印加しながらスパッタ法を用いて、下地層となる厚さが、例えば、50ÅのTa膜(図示せず)を形成したのち、厚さが、例えば、40ÅのNiFeフリー層12、厚さが、例えば、25ÅCoFeフリー層13、厚さが、例えば、25ÅのCu中間層14、厚さが、例えば、25ÅのCoFeビンド層15、厚さが20~300Å、例えば、250ÅのPdPtMn膜反強磁性層16、及び、厚さが60ÅのTa保護膜(図示せず)を順次積層させて形成する。なお、この場合のNiFeの組成は、例えば、Ni<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>であり、CoFeの組成は、例えば、Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>であり、また、PdPtMnの組成は、例えば、Pd<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.1</sub>Mn<sub>0.1</sub>であり、印加磁界が過大な場合には、スパッタ法による膜厚の分布等に悪影響を及ぼすことが考えられる。

【0032】次いで、CoFeビンド層15の磁化方向を固定するために、成膜時に印加した磁界と直交する方向の200kA/mの直流磁場を印加しながら、真空中で230°Cで1~3時間の熱処理を行うことによってPdPtMn反強磁性層16の磁化方向を印加した直流磁場の方向とする。なお、この場合、230°Cの熱処理工

程において、Cu中間層14を構成するCuとNiFeフリー層12との間の相互拡散が生じないように、両者の間にバリア層となるCoFeフリー層13を設けてフリー層を2層構造としている。

【0033】図2(b)参照

次いで、コア幅に素子両側の不感部分を加えた幅のレジストパターン17をマスクとしてArイオンを用いたイオンミーリングを施すことによって、スピンドルラブ膜の露出部を除去する。因に、40Gbit/inch<sup>2</sup>の記録密度を持つ磁気記録媒体信号を読み取る場合には、コア幅が0.25μmであり、不感部分の幅が0.15μmであるとすると、レジストパターン17の幅を0.55μm程度にする必要がある。

【0034】図2(c)参照

次いで、全面に、磁区制御膜となる高保磁力膜であるCoCrPtハードバイアス膜18をスピンドルラブ膜より若干薄くなるように、例えば、200Å程度の厚さとなる様にスパッタ法を用いて堆積させる。なお、この場合のCoCrPtの組成は、例えば、Co<sub>x</sub>Cr<sub>y</sub>Pt<sub>z</sub>である。

【0035】図3(d)参照

次いで、レジストパターン17上に堆積したCoCrPtハードバイアス膜18をレジストパターン17と共に除去したのち、新たなレジストパターン19をマスクとしてイオンミーリングを施すことによって、PdPtMn反強磁性層16の露出部を約170Å程度除去し、厚さが、例えば、80Å程度の肉薄部20を形成する。

【0036】図3(e)参照

次いで、レジストパターン19を除去したのち、スパッタ法によって、A1膜を全面に、例えば、1000Å程度の厚さに堆積させたのち、コア幅に相当する開口部を有するレジストパターン21をマスクとしてイオンミーリングを施すことによって、露出しているA1膜を除去して一対のA1端子膜22を形成する。

【0037】図3(f)参照

次いで、レジストパターン21を除去することによって、コア幅23がPdPtMn反強磁性層16の凸部の幅に相当するシングルスピンドルラブ膜を用いたオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の基本構造が完成する。

【0038】この場合、A1端子膜22と接するPdPtMn反強磁性層16の肉薄部20の厚さが薄いので、図において矢印で示す電流の分散が少なくなり、コア幅23、即ち、読み取り幅に相当する領域に効率的に電流が流れるので、高い出力が得られる。

【0039】また、肉薄部20の直下で且つ不感部分24に隣接するCoFeビンド層15は、肉薄部20からのビニング力が弱くなるので、磁気記録媒体からの磁界によってNiFeフリー層12とほぼ同一の動きを始めるため、この部分は磁気抵抗効果が殆ど現れない微変化部分25となり、それによって、実効的なコア幅が拡がることを抑制することができる。

【0040】次に、図4及び図5を参照して、本発明の第2乃至第5の実施の形態のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子を簡単に説明するが、この第2乃至第5の実施の形態においては、基本的製造工程は上記の第1の実施の形態と全く同様であるので、同様である部分の説明は省略する。まず、図4(a)を参照して、本発明の第2の実施の形態を説明する。

【0041】図4(a)参照

図4(a)は、本発明の第2の実施の形態のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、上記の第1の実施の形態との相違は、上述の図3(d)の工程において、PdPtMn反強磁性層16の露出部を完全に除去して肉薄部をなくしたものである。

【0042】この第2の実施の形態においては、A1端子膜22とCoFeビンド層15とが直接電気的に接触するので、図において矢印で示す電流の分散がより少くなり、コア幅23、即ち、読み取り幅に相当する領域にさらに効率的に電流が流れるので、高い出力が得られる。

【0043】また、PdPtMn反強磁性層16を除去した領域で且つ不感部分24に隣接するCoFeビンド層15は、PdPtMn反強磁性層16からのビニング力が作用しないので、この部分は磁気抵抗効果が全く起らぬ無変化部分26となり、それによって、実効的なコア幅が拡がることを抑制することができる。

【0044】次に、図4(b)を参照して、本発明の第3の実施の形態を説明する。

【0045】図4(b)参照

図4(b)は、本発明の第3の実施の形態のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、上記の第1の実施の形態との相違は、上述の図3(d)の工程の後に、コア幅23の近傍の肉薄部20を選択的に除去したものであり、例えば、図3(d)の工程の後に、レジストパターン19を残存させた状態で新たなレジストを塗布し、レジストパターン19の両側の近傍のみが除去されるように露光・現像し、この新たなレジストパターンをマスクとしてイオンミーリングを施すことによって肉薄部20の露出部を除去すれば良い。

【0046】この第3の実施の形態においては、コア幅23近傍においてA1端子膜22とCoFeビンド層15とが直接電気的に接触するので、図において矢印で示す電流の分散がより少くなり、読み取り幅に相当する領域にさらに効率的に電流が流れるので、高い出力が得られる。

【0047】また、肉薄部20の残存部、即ち、反強磁性層27からのビニング力によってもCoFeビンド層15はビニングされるので、PdPtMn反強磁性層16直下のCoFeビンド層15は確実にビニングされることになる。なお、肉薄部20の除去部のCoFeビン

下層15は、肉薄部20からのピニング力が作用するが、その力はあまり強くないので、磁気記録媒体からの磁界によってNiFeフリー層12とほぼ同一の動きを始め、この部分は磁気抵抗効果が殆ど現れない微変化部分25となり、それによって、実効的なコア幅が拡がることを抑制することができる。

【0047】次に、図4(c)を参照して、本発明の第4の実施の形態を説明する。

図4(c)参照

図4(c)は、本発明の第4の実施の形態のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、上記の第1の実施の形態との相違は、上述の図3(d)の工程において、PdPtMn反強磁性層16の露出部を完全に除去するとともに、その下のCoFe BIND層15も除去したものである。

【0048】この第4の実施の形態においては、A1端子膜22とCu中間層14とが直接電気的に接触するので、図において矢印で示す電流の分散がより少くなり、読み取り幅に相当する領域にさらに効率的に電流が流れるので、高い出力が得られる。

【0049】また、CoFe BIND層15を除去した領域においては、BIND層が存在しないので磁気抵抗効果が全く起らぬ無変化部分26となり、それによって、実効的なコア幅が拡がることを抑制することができる。

【0050】次に、図5を参照して、本発明の第5の実施の形態を説明する。

図5参照

図5は、本発明の第5の実施の形態のオーバーレイド型磁気抵抗効果素子の概略的断面図であり、上記の第1の実施の形態との相違は、スピニバルブ膜として所謂デュアルスピニバルブ膜を用いるとともに、上述の図3(d)の工程において、PdPtMn反強磁性層16の露出部を完全に除去したものである。

【0051】即ち、上記の第2の実施の形態におけるスピニバルブ膜として所謂デュアルスピニバルブ膜を用いたものであり、スピニバルブ膜を堆積させる際に、NiFeフリー層14を共有する形で上下対称に形成すれば良く、例えば、下地層となる厚さが、例えば、50ÅのTa膜(図示せず)を形成したのち、厚さが20~300Å、例えば、250ÅのPdPtMn膜反強磁性層31、厚さが、例えば、25ÅのCoFe BIND層30、厚さが、例えば、25ÅのCu中間層29、厚さが、例えば、25ÅのCoFeフリー層28、厚さが、例えば、40ÅのNiFeフリー層12、厚さが、例えば、25ÅのCoFeフリー層13、厚さが、例えば、25ÅのCu中間層14、厚さが、例えば、25ÅのCoFe BIND層15、厚さが20~300Å、例えば、250ÅのPdPtMn膜反強磁性層16、及び、厚さが60ÅのTa保護膜(図示せず)を順次積層せねば良

い。

【0052】この第5の実施の形態における、基本的な作用効果は、上記の第2の実施の形態の場合と同様に、A1端子膜22とCoFe BIND層15とが直接電気的に接触するので電流の分散がより少くなり、読み取り幅に相当する領域にさらに効率的に電流が流れるので、高い出力が得られる。

【0053】以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明は各実施の形態に記載した構成に限られるものではなく、各種の変更が可能である。例えば、デュアルスピニバルブ膜を用いた磁気抵抗効果素子については、図5に示す1例しか示していないが、上記の第1の実施の形態に対応するようにPdPtMn反強磁性層16の周辺部を残して肉薄部としても良く、或いは、上記の第3の実施の形態に対応するようにさらに肉薄部の一部を選択的に除去しても良く、さらには、上記の第4の実施の形態に対応するように、CoFe BIND層15の周辺部を除去しても良いものである。

【0054】また、上記の第3の実施の形態においては、肉薄部のみを選択的に除去しているが、除去部の下のCoFe BIND層15も除去しても良いものであり、さらには、この様にコア幅の両側に除去部を形成する際には、PdPtMn反強磁性層16に肉薄部を形成することなく、コア幅の両側のPdPtMn反強磁性層16を除去しても良く、さらには、その下のCoFe BIND層15を除去しても良いものである。

【0055】また、上記の第1の実施の形態においては、PdPtMn反強磁性層16の周辺部の全体を肉薄部20としているが、コア幅の両側の近傍のみを肉薄部としても良いものであり、また、スピニバルブ膜がデュアルスピニバルブ膜の場合にもコア幅の両側の近傍のみを肉薄部としても良いものである。

【0056】また、本発明の第1乃至第4の実施の形態の説明においては、スピニバルブ膜として、NiFe/CoFe/Cu/CoFe/PdPtMnからなるシングルスピニバルブ膜を用いているが、この様なシングルスピニバルブ膜に限られるものではなく、例えば、NiFe/Cu/NiFe/FeMn等の他の積層構造のシングルスピニバルブ膜を用いても良いものである。

【0057】また、上記の各実施の形態の説明においては、磁区制御膜として、高保磁力膜のCoCrPtを用いているが、CoCrPtに限られるものではなく、CoPt、CoCr等の他の高保磁力膜を用いても良く、さらには、PdPtMn等の反強磁性体膜を用いても良いものである。

【0058】また、上記の各実施の形態においては、NiFe、CoFe、PdPtMn、及び、CoCrPtとして、夫々、Ni<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>、Co<sub>1-y</sub>Fe<sub>y</sub>、Pd<sub>1-z</sub>Pt<sub>z</sub>、Mn<sub>1-z</sub>、及び、Co<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Pt<sub>z</sub>を用いているが、この様な組成比に限られるものではなく、必要とす

る磁気特性及び加工特性等に応じて適宜組成比を選択すれば良いものである。

【0059】また、上記の本発明の各実施の形態の説明においては、リード電極としてA1端子膜22を用いているが、この様なA1膜に限られるものではなく、Au膜を用いても良いし、或いは、単独のW膜やTa膜を用いても良いものであり、さらには、例えば、10nmのTa膜、10nmのTiW膜、及び、80nmのTa膜を順次堆積させることによって多層膜構造としても良いものである。

【0060】また、上記の本発明の各実施の形態の説明においては、A1端子膜22のバターニング工程においてもイオンミリングを用いているが、イオンミリングの代わりにRIE(反応性イオンエッティング)を用いても良いものである。

【0061】また、上記の本発明の各実施の形態の説明においては、HDDに用いるリードヘッドを前提にしているので、基板としてAl,O<sub>x</sub>-TiC基板を用いているが、単に、磁気抵抗効果素子として形成する場合には、表面にSiO<sub>x</sub>膜を形成したSi基板或いはガラス基板等の基板を用いても良いものである。

【0062】また、本発明の各実施の形態の説明においては、単独のリードヘッドを前提に説明しているが、本発明はこの様な単独のリードヘッドに限られるものではなく、誘導型の薄膜磁気ヘッドと積層した複合型薄膜磁気ヘッドにも適用されるものである。

### 【0063】

【発明の効果】本発明によれば、リードヘッドを構成する磁気抵抗効果素子の本来の読み取り領域となる領域以外の反強磁性層を薄くするか或いは少なくとも読み取り領域の両側の反強磁性層を除去することによって電流分布を制御することができ、それによって、オーバーレイド構造で問題となるオーバーラップ部分の電流検出を最小限にすることができるので、高記録密度化に伴うトラック幅の減少に対応できるコア幅及び良好な感度を得ることができ、ひいては、高記録密度のHDD装置の普及に寄与するところが大きい。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の図2以降の製造工程の説明図である。

【図4】本発明の第2乃至第4の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図である。

【図5】本発明の第5の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図である。

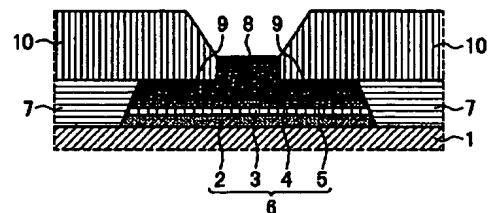
【図6】従来の磁気抵抗効果素子の概略的断面図である。

### 【符号の説明】

1	基板
2	フリー層
3	中間層
4	固定層
5	反強磁性層
6	磁気抵抗効果膜
7	磁区制御膜
8	肉厚部
9	肉薄部
10	端子膜
11	Al,O <sub>x</sub> 膜
12	NiFeフリー層
13	CoFeフリー層
14	Cu中間層
15	CoFe bind層
16	PdPtMn反強磁性層
17	レジストパターン
18	CoCrPtハードバイアス膜
19	レジストパターン
20	肉薄部
21	レジストパターン
22	A1端子膜
23	コア幅
24	不感部分
25	微変化部分
26	無変化部分
30	反強磁性層
27	CoFeフリー層
28	Cu中間層
30	CoFe bind層
31	PdPtMn反強磁性層
41	Al,O <sub>x</sub> 膜
42	NiFeフリー層
43	CoFeフリー層
44	Cu中間層
45	CoFe bind層
46	PdPtMn反強磁性層
47	CoCrPtハードバイアス膜
48	A1端子膜
49	コア幅
50	不感部分
51	A1端子膜
52	コア幅

【図1】

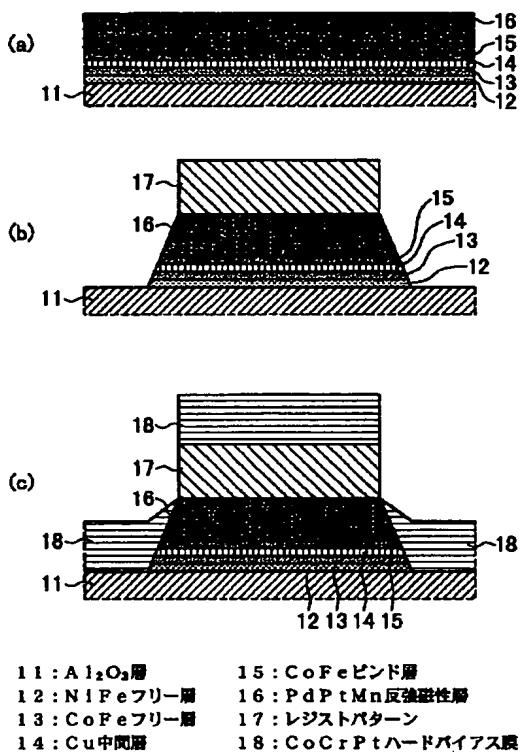
本発明の原理的構成の説明図



1 : 基板	6 : 磁気抵抗効果膜
2 : フリー層	7 : 磁区別御膜
3 : 中間層	8 : 肉厚部
4 : 固定層	9 : 肉薄部
5 : 反強磁性層	10 : 場子膜

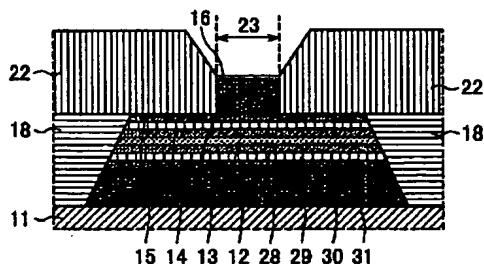
【図2】

本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図



【図5】

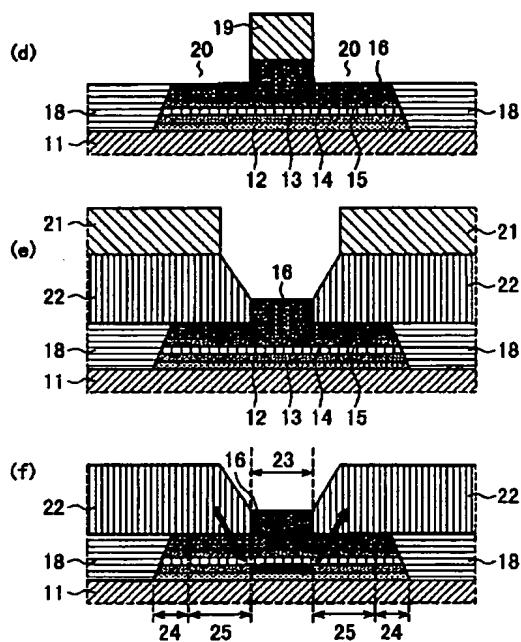
本発明の第5の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図



11 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層	22 : Al場子膜
12 : NiFeフリー層	23 : コア幅
13 : CoFeフリー層	28 : CoFeフリー層
14 : Cu中間層	29 : Cu中間層
15 : CoFeビンド層	30 : CoFeビンド層
16 : PdPtMn反強磁性層	31 : PdPtMn反強磁性層
18 : CoCrPtハードバイアス膜	

【図3】

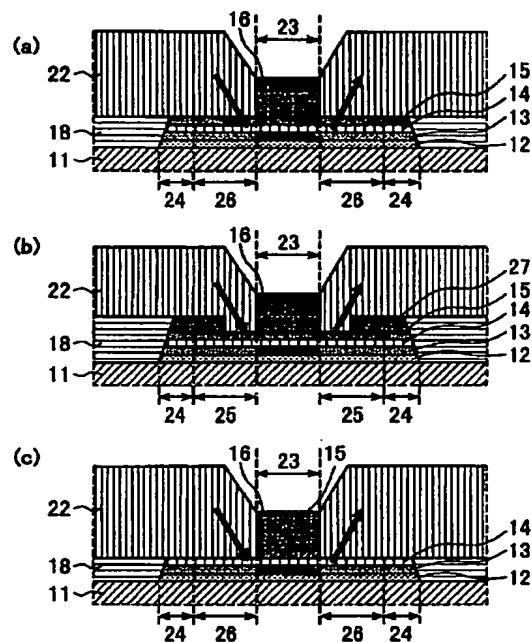
本発明の第1の実施の形態の図2以降の製造工程の説明図



11 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜	19 : レジストパターン
12 : NiFeフリー層	20 : 肉薄部
13 : CoFeフリー層	21 : レジストパターン
14 : Cu中間層	22 : A1導子膜
15 : CoFeビンド層	23 : コア側
16 : PdPtMn反強磁性層	24 : 不感部分
18 : CoCrPtハードバイアス膜	25 : 磁変化部分

【図4】

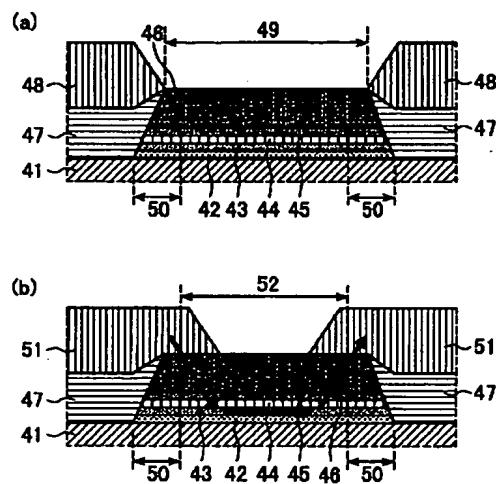
本発明の第2乃至第4の実施の形態の磁気抵抗効果子の断面図



11 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜	22 : A1導子膜
12 : NiFeフリー層	23 : コア側
13 : CoFeフリー層	24 : 不感部分
14 : Cu中間層	25 : 磁変化部分
15 : CoFeビンド層	26 : 黒変化部分
16 : PdPtMn反強磁性層	27 : 反強磁性層
18 : CoCrPtハードバイアス膜	

【図6】

## 従来の磁気抵抗効果素子の概略的断面図



41 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層	47 : CoCrPtハードバイアス層
42 : NiFeフリーアイ	48 : Al端子膜
43 : CoFeフリーアイ	49 : コア膜
44 : Cu中間膜	50 : 不感部分
45 : CoFeピンド膜	51 : Al端子膜
46 : PdPtMn反強磁性膜	52 : コア帽

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

*Translation of cited*

*JP 2000-235414*

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element characterized by the thickness of the portion which serves as the lower part of the aforementioned terminal area of the antiferromagnetism layer which constitutes the aforementioned magnetoresistance-effect film in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which prepared the magnetic-domain control film in the ends of a magnetoresistance-effect film, and prepared the terminal film of the couple for passing current on a magnetoresistance-effect film at the upper part of the aforementioned magnetoresistance-effect film and a magnetic-domain control film being thin than the thickness of the portion in which the aforementioned terminal film is not formed.

[Claim 2] The exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element characterized by a part of thickness it is thin directly under [ edge ] the aforementioned terminal film of the antiferromagnetism layer which constitutes the aforementioned magnetoresistance-effect film in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which prepared the magnetic-domain control film in the ends of a magnetoresistance-effect film, and prepared the terminal film of the couple for passing current on a magnetoresistance-effect film at the upper part of the aforementioned magnetoresistance-effect film and a magnetic-domain control film being thin than the thickness of the portion in which the aforementioned terminal film is not formed.

[Claim 3] The exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element characterized by removing the portion which serves as the lower part of the aforementioned terminal area of the antiferromagnetism layer which constitutes the aforementioned magnetoresistance-effect film in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which prepared the magnetic-domain control film in the ends of a magnetoresistance-effect film, and prepared the terminal film of the couple for passing current on a magnetoresistance-effect film at the upper part of the aforementioned magnetoresistance-effect film and a magnetic-domain control film.

[Claim 4] The exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element characterized by removing the part which becomes directly under [ edge ] the aforementioned terminal film of the antiferromagnetism layer which constitutes the aforementioned magnetoresistance-effect film in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which prepared the magnetic-domain control film in the ends of a magnetoresistance-effect film, and prepared the terminal film of the couple for passing current on a magnetoresistance-effect film at the upper part of the aforementioned magnetoresistance-effect film and a magnetic-domain control film.

[Claim 5] The exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element characterized by removing the portion which serves as the lower part of the aforementioned terminal area of the antiferromagnetism layer and the fixed bed which constitute the aforementioned magnetoresistance-effect film in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which prepared the magnetic-domain control film in the ends of a magnetoresistance-effect film, and prepared the terminal film of the couple for passing current on a magnetoresistance-effect film at the upper part of the aforementioned magnetoresistance-effect film and a magnetic-domain control film.

[Claim 6] The exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element characterized by removing the part which becomes directly under [ edge ] the aforementioned terminal film of the antiferromagnetism layer and the fixed bed which constitute the aforementioned magnetoresistance-effect film in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which prepared the magnetic-domain control film in the ends of a magnetoresistance-effect film, and prepared the terminal film of the couple for passing current on a magnetoresistance-effect film at the upper part of the aforementioned magnetoresistance-effect film and a magnetic-domain control film.

[Claim 7] An exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element given in the claim 1 characterized by the above-mentioned magnetoresistance-effect film being either a single spin bulb film or a dual spin bulb film which shares the magnetic layer to which magnetization is not being fixed, or any 1 term of 6.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which has the feature in the structure of the antiferromagnetism layer for raising the current use efficiency in the magnetoresistance-effect element of exaggerated RAID structure especially used for the reproducing head (read head) of magnetic recording media, such as a hard disk drive (HDD), about an exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the magnetic head only for reproduction using the magnetoresistance-effect element (MR element) which research and development of the hard disk drive unit in which high-density magnetic recording is possible are quickly furthered, and a high output is obtained in connection with a rise of the request of the miniaturization of the hard disk drive unit which is the external storage of a computer, and large-capacity-izing, without a reproduction output being dependent on the relative velocity between a magnetic-recording medium and the magnetic head as the reproducing head used for such a hard disk drive unit, and can be applied also to a small disk attracts attention.

[0003] High-sensitivity-izing and detailed-ization of a read head element are called for with the densification and large-capacity-izing of such a head only for reproduction, and in the general view, in order to realize recording density of 2 (\*\*6.2 Gbit/cm<sup>2</sup>) 40 Gbit/inch, it is expected that the width of recording track recorded on a magnetic-recording medium is set to about 0.3 micrometers.

[0004] Here, with reference to drawing 6 (a), the rough composition of the conventional magnetoresistance-effect element is explained.

Drawing 6 (a) reference drawing 6 (a) is the rough cross section of the conventional magnetoresistance-effect element. On the aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC substrate (not shown) used as the parent of a slider aluminum 2O<sub>3</sub> The lower magnetic-shielding layer (not shown) which consists of a NiFe alloy etc. through a film (not shown) is prepared. aluminum 2O<sub>3</sub> used as a lower lead gap layer A film 41 is minded. Ta layer (not shown), the NiFe free (free) layer 42, the CoFe free layer 43, the Cu interlayer 44, and the CoFe PINDO (pinned) layer 45 -- and After preparing the spin bulb film which consists of a laminated structure of the PdPtMn antiferromagnetism layer 46 and carrying out patterning to a predetermined configuration, the CoCrPt hard bias film 47, i.e., a magnetic-domain control film, is formed in the ends of a spin bulb film, and, subsequently aluminum terminal film 48 of a couple is formed. subsequently -- again -- aluminum 2O<sub>3</sub> etc. -- the basic composition of a read head is completed by preparing the up magnetic-shielding layer (not shown) which consists of a NiFe alloy etc. through an up lead gap layer (not shown)

[0005] In this case, since a Barkhausen noise will occur and a reproduction output will be sharply changed if a spin bulb film does not become a single magnetic domain, in order to control the magnetic domain of a spin bulb film, the CoCrPt hard bias film 47 was formed and high sensitivity-ization is aimed at.

[0006] If shell external magnetic fields, such as a magnetic-recording medium, are impressed, since the magnetization direction of the ferromagnetic layer 42 to which magnetization is not being fixed, i.e., a NiFe free layer, and the CoFe free layer 43 will rotate freely in accordance with an external magnetic field, the reproduction principle in this read head will produce the magnetization direction and angle difference of the ferromagnetic layer 45 to which magnetization was fixed, i.e., a CoFe pinned layer.

[0007] Since dispersion for which it depended on the spin of conduction electron depending on this angle difference changes and an electric resistance value changes By passing fixed sense current from aluminum terminal film 48, and detecting this electric resistance value change as a voltage value change, the signal magnetic field from the situation, i.e., the magnetic-recording medium, of an external magnetic field is acquired, and the magnetic-reluctance rate of

change of this spin bulb magnetic-reluctance sensor becomes about about 5%.

[0008] In such a magnetoresistance-effect element, in order to read without being influenced of the truck which adjoins the signal from the truck written in by detailed width of face on the magnetic-recording medium, it is necessary to form more narrowly than the width of recording track recorded on the magnetic-recording medium, the reading width of face 49, i.e., the core width of face, of a read head.

[0009] However, in the portion which touches the CoCrPt hard bias film 47 of the both ends of a spin bulb film, since the huge magnetic field from the CoCrPt hard bias film 47 is impressed, in the field which is about 0.1-0.2 micrometers of both ends, the movement of the NiFe free layer 42 and the CoFe free layer 43 becomes blunt, and the amount of [ 50 ] insensitive part generates.

[0010] In order are necessary to form substantial core width of face widely 0.2-0.4 micrometers rather than appearance core width of face and to make a 0.3-micrometer truck read by generating for this insensitive part 50, core width of face of about 0.8 micrometers is needed. However, the magnetic-reluctance change in a part for this insensitive part 50 is small, and the electric resistance of a spin bulb film brings a result to which the output of a magnetoresistance-effect element is reduced remarkably, when actual core width of face is formed more greatly than required core width of face, since it is large to \*\* compared with aluminum terminal film 48.

[0011] Then, since research of an exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element is done now in order to solve such a problem, this exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element is explained with reference to drawing 6 (b).

Although drawing 6 (b) reference drawing 6 (b) is the rough cross section of the conventional exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element and that of fundamental composition is completely the same as that of the lead of drawing 6 (a) In an exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element With [ compared with the interval of aluminum terminal film 51 of a couple, adopt the structure, i.e., exaggerated RAID structure, where the large interval of the CoCrPt hard bias film 47 is taken, and ] such structure Since it keeps away from aluminum terminal film 51 with which the amount of [ 50 ] insensitive part detects a reproduction output and current does not flow to a part for an insensitive part 50, it becomes possible to take out an output efficiently.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the current into which the electric resistance of the PdPtMn antiferromagnetism layer 46 in the upper part of a spin bulb film flows from aluminum terminal film 51 in fact since it is high compared with other layers distributed, current flowed in part also to a part for an insensitive part 50, and it had become the cause which lowers efficiency.

[0013] Moreover, also in the portion used as a part for an insensitive part 50, although it is small in fact, since magnetic-reluctance effect change occurs, it becomes the cause which expands the core width of face 52 which should be formed minutely.

[0014] Therefore, this invention prevents expansion of the signal reading width of face accompanying exaggerated RAID structure, and aims at raising current use efficiency.

[0015]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 is explanatory drawing of the theoretic composition of this invention, and explains the The means for solving a technical problem in this invention with reference to this drawing 1 . In addition, drawing 1 is the rough cross section of a magnetoresistance-effect element, and the signs 1 and 3 in drawing are a substrate used as for example, a lower lead gap layer, and an interlayer, respectively.

The drawing 1 reference (1) this invention forms the magnetic-domain control film 7 in the ends of the magnetoresistance-effect film 6. In the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which formed the terminal film 10 of the couple for passing current on the magnetoresistance-effect film 6 in the upper part of the magnetoresistance-effect film 6 and the magnetic-domain control film 7 It is characterized by the thickness of the portion used as the lower part of the terminal area of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6 being thinner than the thickness of the portion in which the terminal film 10 is not formed.

[0016] Thus, when the thickness of the portion used as the lower part of the terminal area of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6 makes it thinner than the portion in which the terminal film 10 is not formed, i.e., the thickness of the thick section 8, and makes electric resistance small, while being able to make distribution of current small, increase of core width of face can be suppressed.

[0017] Moreover, since the fixed bed 4 of the lower part of the closing-in section 9 begins the almost same movement as the magnetic layer 2 to which magnetization is not being fixed by the magnetic field from a magnetic-recording medium, i.e., a free layer, by constituting the closing-in section 9 in this appearance, into this portion, the magnetoresistance effect hardly shows up, but it can prevent core width of face spreading.

[0018] (2) Moreover, this invention forms the magnetic-domain control film 7 in the ends of the magnetoresistance-effect film 6. In the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which formed the terminal film 10 of the couple for passing current on the magnetoresistance-effect film 6 in the upper part of the magnetoresistance-effect film 6 and the magnetic-domain control film 7 It is characterized by a part of thickness it is thin directly under [ edge ] the terminal film 10 of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6 being thinner than the thickness of the portion in which the terminal film 10 is not formed.

[0019] Thus, the pinning force over the fixed bed 4 is not degraded by the thick antiferromagnetism layer 5 which is good also as the closing-in section 9, and remains to ends the part which becomes directly under [ edge ] the terminal film 10 of the antiferromagnetism layer 5.

[0020] (3) Moreover, this invention is characterized by removing the portion used as the lower part of the terminal area of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6 in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which formed the magnetic-domain control film 7 in the ends of the magnetoresistance-effect film 6, and formed the terminal film 10 of the couple for passing current on the magnetoresistance-effect film 6 at the upper part of the magnetoresistance-effect film 6 and the magnetic-domain control film 7.

[0021] Thus, suppression of distribution of the current by the connection resistance between the terminal film 10 and the magnetoresistance-effect film 6 is expectable by removing the portion used as the lower part of the terminal area of the antiferromagnetism layer 5. Moreover, since the magnetic-reluctance change of those other than core width of face will not take place at all, efficiency can be used as the antiferromagnetism layer 5 which improved further and remained core width of face, i.e., the width of face of the thick section 8.

[0022] (4) Moreover, this invention is characterized by removing the part which becomes directly under [ edge ] the terminal film 10 of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6 in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which formed the magnetic-domain control film 7 in the ends of the magnetoresistance-effect film 6, and formed the terminal film 10 of the couple for passing current on the magnetoresistance-effect film 6 at the upper part of the magnetoresistance-effect film 6 and the magnetic-domain control film 7.

[0023] Thus, when removing the antiferromagnetism layer 5, the part which becomes directly under [ edge ] the terminal film 10 of the antiferromagnetism layer 5 may be removed, and the pinning force over the fixed bed 4, i.e., a pinned layer, is not degraded by the antiferromagnetism layer 5 which remains to ends.

[0024] (5) Moreover, this invention is characterized by removing the portion used as the lower part of the terminal area of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6, and the fixed bed 4 in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which formed the magnetic-domain control film 7 in the ends of the magnetoresistance-effect film 6, and formed the terminal film 10 of the couple for passing current on the magnetoresistance-effect film 6 at the upper part of the magnetoresistance-effect film 6 and the magnetic-domain control film 7.

[0025] Thus, when removing the antiferromagnetism layer 5, the portion used as the lower part of the terminal film 10 of the fixed bed 4 was also removed, it is [ direction ] desirable, much more fall of electric resistance is expected, and distribution of current can be reduced.

[0026] (6) Moreover, this invention is characterized by removing the part which becomes directly under [ edge ] the terminal film 10 of the antiferromagnetism layer 5 which constitutes the magnetoresistance-effect film 6, and the fixed bed 4 in the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element which formed the magnetic-domain control film 7 in the ends of the magnetoresistance-effect film 6, and formed the terminal film 10 of the couple for passing current on the magnetoresistance-effect film 6 at the upper part of the magnetoresistance-effect film 6 and the magnetic-domain control film 7.

[0027] Thus, when removing the fixed bed 4, the part which becomes directly under [ edge ] the terminal film 10 may be removed, and the pinning force over the fixed bed 4 is not degraded by the antiferromagnetism layer 5 which remains to ends.

[0028] (7) Moreover, this invention is characterized by the magnetoresistance-effect film 6 being either a single spin bulb film or a dual spin bulb film which shares the magnetic layer to which magnetization is not being fixed in the above (1) or either of (6).

[0029] Thus, as a magnetoresistance-effect film 6 used for an exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element, any of a single spin bulb film or the dual spin bulb film which shares the magnetic layer to which magnetization is not being fixed are sufficient, and structure is complicated although sensitivity improves when a dual spin bulb film is used.

[0030]

[Embodiments of the Invention] Here, with reference to drawing 2 and drawing 3, the manufacturing process of the

exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element used for the read head of the form of operation of the 1st of this invention is explained.

Drawing 2 (a) 3 \*\*, first, a spatter is used on an aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC substrate (not shown), and it is aluminum 2O<sub>3</sub> with a thickness of 2 micrometers. Impressing the magnetic field of 100 [Oe] using selection electrolysis plating, after making a film (not shown) deposit Thickness forms a 1-3 micrometers, for example, 3 micrometers, NiFe film, and considers as a lower magnetic-shielding layer (not shown). subsequently A spatter is used and thickness is 500A (=50nm) aluminum 2O<sub>3</sub>. After making a film 11 deposit, a lower lead gap layer is formed and, subsequently a spin bulb film is made to deposit by carrying out patterning to a predetermined configuration by the ion milling method.

[0031] The size which can give an anisotropy to the NiFe free layer 12 used as a free layer as this spin bulb film, For example, the thickness it is thin in a ground layer using a spatter while impressing the magnetic field of 80 [Oe] After forming 50A Ta film (not shown), for example, thickness The 40A NiFe free layer 12 and thickness for example, for example, the 25ACoFe free layer 13 and thickness For example, the 25A Cu interlayer 14 and thickness carry out the laminating of the 25A CoFe pinned layer 15, the PdPtMn film antiferromagnetism layer 16 whose thickness is 20-300A, for example, 250A, and the Ta protective coat (not shown) whose thickness is 60A one by one, and form them. In addition, composition of NiFe in this case is nickel81Fe19, and composition of CoFe is Co90Fe10, and composition of PdPtMn is Pd31Pt17Mn52, and when an impression magnetic field is excessive, it is possible [ it ] to have a bad influence on the distribution of the thickness by the spatter etc.

[0032] Subsequently, it considers as the direction of the direct-current magnetic field which impressed the magnetization direction of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 by performing heat treatment of 1 - 3 hours at 230 degrees C in a vacuum, impressing the direct-current magnetic field of 200 kA/m of the direction which intersects perpendicularly with the magnetic field impressed at the time of membrane formation, since the magnetization direction of the CoFe pinned layer 15 is fixed. In addition, the CoFe free layer 13 used as a barrier layer is formed among both, and the free layer is made into two-layer structure so that the counter diffusion between Cu(s) and the NiFe free layers 12 which constitute the Cu interlayer 14 in a 230-degree C heat treatment process in this case may not arise.

[0033] Drawing 2 (b) Subsequently to core width of face, the outcrop of a spin bulb film is removed 3 \*\* by giving ion milling using Ar ion by using as a mask the resist pattern 17 of the width of face which added a part for the insensitive part of element both sides. Incidentally, it is 2 40 Gbit/inch. When reading a magnetic-recording medium signal with recording density, supposing core width of face is 0.25 micrometers and the width of face for an insensitive part is 0.15 micrometers, it is necessary to set width of face of the resist pattern 17 to about 0.55 micrometers.

[0034] Drawing 2 (c) Subsequently to the whole surface, the CoCrPt hard bias film 18 which is a high coercive force film used as a magnetic-domain control film is made to deposit using a spatter 3 \*\*, so that it may become thin a little from a spin bulb film, for example, so that it may become the thickness of about 200A. In addition, composition of CoCrPt in this case is Co78Cr10Pt12.

[0035] Drawing 3 (d) 3 \*\*, subsequently to the resist pattern 17 top, after removing the deposited CoCrPt hard bias film 18 with the resist pattern 17, by giving ion milling by using the new resist pattern 19 as a mask, about about 170A of outcrops of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 is removed, and thickness forms the about 80A closing-in section 20.

[0036] Drawing 3 (e) 3 \*\*, subsequently, after removing the resist pattern 19, by the spatter, by giving ion milling, using as a mask the resist pattern 21 which has opening equivalent to core width of face after making the thickness of about 1000A deposit for aluminum film on the whole surface, exposed aluminum film is removed and aluminum terminal film 22 of a couple is formed.

[0037] Drawing 3 (f) Subsequently the basic structure of the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element using the single spin bulb film with which the core width of face 23 is equivalent to the width of face of the heights of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 is completed by removing the resist pattern 21 3 \*\*.

[0038] In this case, since current flows efficiently to the field which distribution of the current shown by the arrow in drawing decreases, and is equivalent to the core width of face 23, i.e., reading width of face, since the thickness of the closing-in section 20 of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 which touches aluminum terminal film 22 is thin, a high output is obtained.

[0039] moreover, directly under [ of the closing-in section 20 ] -- and since the pinning force from the closing-in section 20 becomes weak and the CoFe pinned layer 15 which adjoins a part for an insensitive part 24 begins the almost same movement as the NiFe free layer 12 by the magnetic field from a magnetic-recording medium, the magnetoresistance effect serves as the fine change portion 25 which hardly appears, and this portion can suppress that efficiency core width of face spreads by it

[0040] Next, in the form of this the 2nd or 5th operation, although the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element of the form of the 2nd or operation of the 5th of this invention is briefly explained with reference to drawing 4

and drawing 5, since the fundamental manufacturing process is completely the same as that of the form of the 1st operation of the above, explanation of the same portion is omitted. First, with reference to drawing 4 (a), the form of operation of the 2nd of this invention is explained.

[0041] Drawing 4 (a) reference drawing 4 (a) is the rough cross section of the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element of the form of operation of the 2nd of this invention, and in the process of above-mentioned drawing 3 (d), the difference with the form of the 1st operation of the above removes the outcrop of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 completely, and loses the closing-in section.

[0042] In the form of this 2nd operation, since current flows still more efficiently to the field in which distribution of the current shown by the arrow in drawing decreases more, and is equivalent to the core width of face 23, i.e., reading width of face, since aluminum terminal film 22 and the CoFe pinned layer 15 contact directly electrically, a high output is obtained.

[0043] Moreover, since the pinning force from the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 does not act, this portion turns into the changeless portion 26 to which the magnetoresistance effect does not happen at all, and the CoFe pinned layer 15 which is the field which removed the PdPtMn antiferromagnetism layer 16, and adjoins a part for an insensitive part 24 can suppress that efficiency core width of face spreads by it.

[0044] Next, with reference to drawing 4 (b), the form of operation of the 3rd of this invention is explained.

Drawing 4 (b) reference drawing 4 (b) is the rough cross section of the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element of the form of operation of the 3rd of this invention. the difference with the form of the 1st operation of the above After the process of above-mentioned drawing 3 (d), the closing-in section 20 near the core width of face 23 is removed alternatively. For example, a new resist is applied in the state where the resist pattern 19 was made to remain, after the process of drawing 3 (d). What is necessary is to expose and develop negatives so that it may be removed only near the both sides of the resist pattern 19, and just to remove the outcrop of the closing-in section 20 by giving ion milling by using this new resist pattern as a mask.

[0045] In the form of this 3rd operation, since current flows still more efficiently to the field in which distribution of the current shown by the arrow in drawing decreases more, and is equivalent to reading width of face since aluminum terminal film 22 and the CoFe pinned layer 15 contact directly electrically in about 23 core width of face, a high output is obtained.

[0046] Moreover, since pinning of the CoFe pinned layer 15 is carried out by the pinning force from the residual section 27, i.e., the antiferromagnetism layer, of the closing-in section 20, pinning of the CoFe pinned layer 15 of PdPtMn antiferromagnetism layer 16 directly under will be carried out certainly. In addition, although the pinning force from the closing-in section 20 acts, since the force is not so strong, the almost same movement as the NiFe free layer 12 is begun by the magnetic field from a magnetic-recording medium, this portion turns into the fine change portion 25 into which the magnetoresistance effect hardly shows up, and, as for the CoFe pinned layer 15 of the removal section of the closing-in section 20, efficiency core width of face can suppress spreading by it.

[0047] Next, with reference to drawing 4 (c), the form of operation of the 4th of this invention is explained.

Drawing 4 (c) reference drawing 4 (c) is the rough cross section of the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element of the form of operation of the 4th of this invention, and in the process of above-mentioned drawing 3 (d), the difference with the form of the 1st operation of the above also removes the CoFe pinned layer 15 under it while removing the outcrop of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 completely.

[0048] In the form of this 4th operation, since current flows still more efficiently to the field in which distribution of the current shown by the arrow in drawing decreases more, and is equivalent to reading width of face since aluminum terminal film 22 and the Cu interlayer 14 contact directly electrically, a high output is obtained.

[0049] Moreover, in the field which removed the CoFe pinned layer 15, since a pinned layer does not exist, it becomes the changeless portion 26 to which the magnetoresistance effect does not happen at all, and it can suppress that efficiency core width of face spreads by it.

[0050] Next, with reference to drawing 5, the form of operation of the 5th of this invention is explained.

Drawing 5 reference drawing 5 is the rough cross section of the exaggerated RAID type magnetoresistance-effect element of the form of operation of the 5th of this invention, and the difference with the form of the 1st operation of the above removes the outcrop of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 completely in the process of above-mentioned drawing 3 (d) while using the so-called dual spin bulb film as a spin bulb film.

[0051] Namely, the so-called dual spin bulb film is used as a spin bulb film in the form of the 2nd operation of the above. That what is necessary is just to form in the vertical symmetry in the form where the NiFe free layer 14 is shared in case a spin bulb film is made to deposit The thickness it is thin in a ground layer For example, after [ for example, ] forming 50A Ta film (not shown), The PdPtMn film antiferromagnetism layer 31 and thickness whose thickness is 20-300A, for example, 250A The 25A CoFe pinned layer 30 and thickness for example, for example, the 25A Cu interlayer

29 and thickness The 25A CoFe free layer 28 and thickness for example, for example, the 40A NiFe free layer 12 and thickness The 25A CoFe free layer 13 and thickness for example, for example, the 25A Cu interlayer 14 and thickness For example, what is necessary is just to carry out the laminating of the 25A CoFe pinned layer 15, the PdPtMn film antiferromagnetism layer 16 whose thickness is 20-300A, for example, 250A, and the Ta protective coat (not shown) whose thickness is 60A one by one.

[0052] Like the case of the form of the 2nd operation of the above, since aluminum terminal film 22 and the CoFe pinned layer 15 contact directly electrically, the distribution of current of the fundamental operation effect in the form of this 5th operation decreases more, and since current flows still more efficiently to the field equivalent to reading width of face, a high output is obtained.

[0053] As mentioned above, although the form of each operation of this invention has been explained, this invention is not restricted to the composition indicated in the form of each operation, and various kinds of change is possible for it. for example, about the magnetoresistance-effect element using the dual spin bulb film It leaves the periphery of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16, and good also as the closing-in section so that it may correspond to the form of the 1st operation of the above although only one example shown in drawing 5 is shown A part of closing-in section may be further removed alternatively so that it may correspond to the form of the 3rd operation of the above, and further, you may remove the periphery of the CoFe pinned layer 15 so that it may correspond to the form of the 4th operation of the above.

[0054] Moreover, in the form of the 3rd operation of the above, although only the closing-in section is removed alternatively It is what may also remove the CoFe pinned layer 15 under the removal section. further Thus, without forming the closing-in section in the PdPtMn antiferromagnetism layer 16, in case the removal section is formed in the both sides of core width of face, the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 of the both sides of core width of face may be removed, and the CoFe pinned layer 15 under it may be removed further.

[0055] Moreover, in the form of the 1st operation of the above, although the whole periphery of the PdPtMn antiferromagnetism layer 16 is made into the closing-in section 20, when a spin bulb film is a dual spin bulb film, it is good [ it is good also considering / as the closing-in section / only near the both sides of core width of face, and ] also considering [ as the closing-in section ] only near the both sides of core width of face.

[0056] Moreover, in explanation of the form of the 1st or operation of the 4th of this invention, although the single spin bulb film which consists of NiFe/CoFe/Cu/CoFe/PdPtMn is used as a spin bulb film, it is not restricted to such a single spin bulb film, and the single spin bulb film of other laminated structures, such as NiFe/Cu/NiFe/FeMn, may be used.

[0057] Moreover, in explanation of the form of each above-mentioned operation, as a magnetic-domain control film, although CoCrPt of a high coercive force film is used, it may not be restricted to CoCrPt, other high coercive force films, such as CoPt and CoCr, may be used, and antiferromagnetic substance films, such as PdPtMn, may be used further.

[0058] Moreover, what is necessary is not to be restricted to such a composition ratio and just to choose a composition ratio suitably as NiFe, CoFe, PdPtMn, and CoCrPt, in the form of each above-mentioned operation, according to magnetic properties, a working characteristic, etc. to need, respectively, although nickel81Fe19, Co90Fe10, Pd31Pt17Mn52, and Co78Cr10Pt12 are used.

[0059] Moreover, in explanation of the form of each operation of the above-mentioned this invention, although aluminum terminal film 22 is used as a lead electrode You may use not the thing restricted to such an aluminum film but Au film. Independent W film and Ta film may be used and it is still better also as multilayer structure by making 10nm Ta film, a 10nm TiW film, and 80nm Ta film deposit one by one.

[0060] Moreover, in explanation of the form of each operation of the above-mentioned this invention, although ion milling is used also in the patterning process of aluminum terminal film 22, you may use RIE (reactive ion etching) instead of ion milling.

[0061] Moreover, since it is premised on the read head used for HDD in explanation of the form of each operation of the above-mentioned this invention, although the aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC substrate is used as a substrate, when only forming as a magnetoresistance-effect element, it is SiO<sub>2</sub> to a front face. You may use substrates, such as Si substrate in which the film was formed, or a glass substrate.

[0062] Moreover, in explanation of the form of each operation of this invention, although it is explaining on the assumption that an independent read head, this invention is not restricted to such an independent read head, and is applied also to the compound-die thin film magnetic head which carried out the laminating to the thin film magnetic head of an induction type.

[0063]

[Effect of the Invention] According to this invention, antiferromagnetism layers other than the reading field of original of the magnetoresistance-effect element which constitutes a read head, and the becoming field can be made thin, or a

current distribution can be controlled by reading, even if few, and removing the antiferromagnetism layer of the both sides of a field. by it Since current detection of the overlap portion which poses a problem with exaggerated RAID structure can be made into the minimum, the place which can obtain the core width of face and the good sensitivity which can respond to reduction of the width of recording track accompanying a raise in recording density, as a result contributes to the spread of the HDD equipment of high recording density is large.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

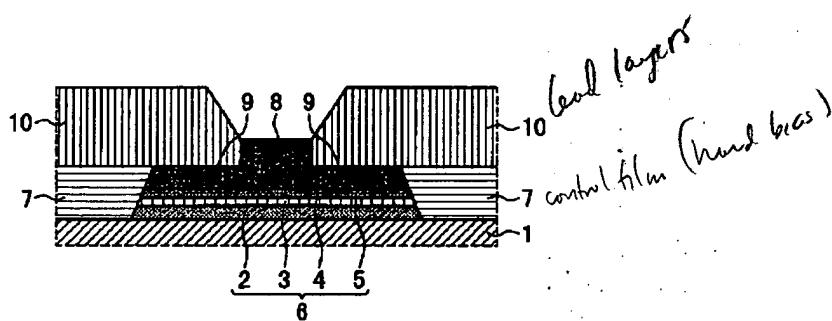
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

## [Drawing 1]

本発明の原理的構成の説明図

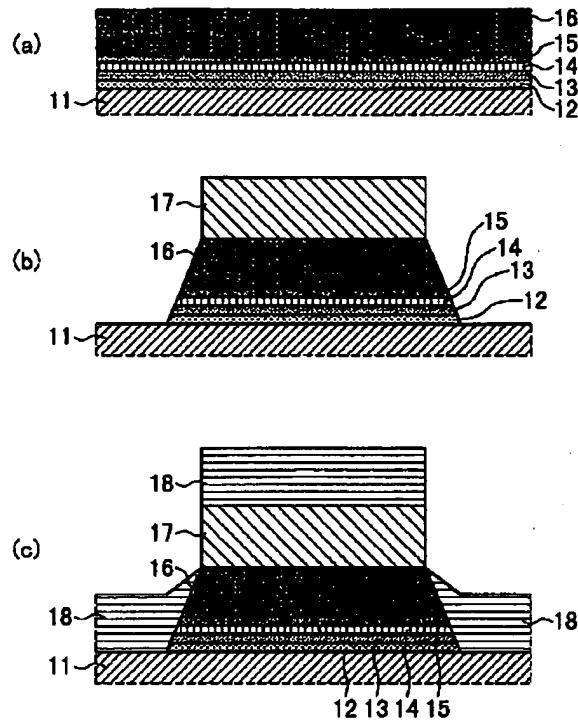


1 : 基板	6 : 磁気抵抗効果膜
2 : フリー層	7 : 磁区制御膜
3 : 中間層	8 : 肉厚部
4 : 固定層	9 : 肉薄部
5 : 反磁性層	10 : 端子膜

mR

## [Drawing 2]

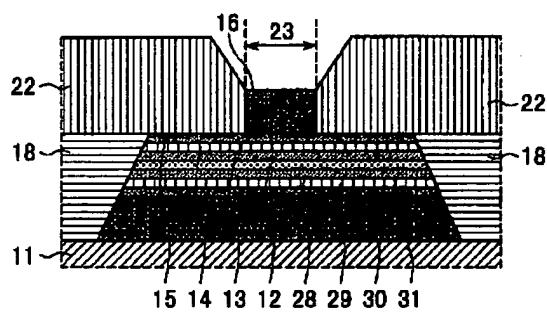
## 本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図



11 : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層      15 : CoFeビンド層  
 12 : NiFeフリー層      16 : PdPtMn反強磁性層  
 13 : CoFeフリー層      17 : レジストパターン  
 14 : Cu中間層      18 : CoCrPtハードバイアス膜

## [Drawing 5]

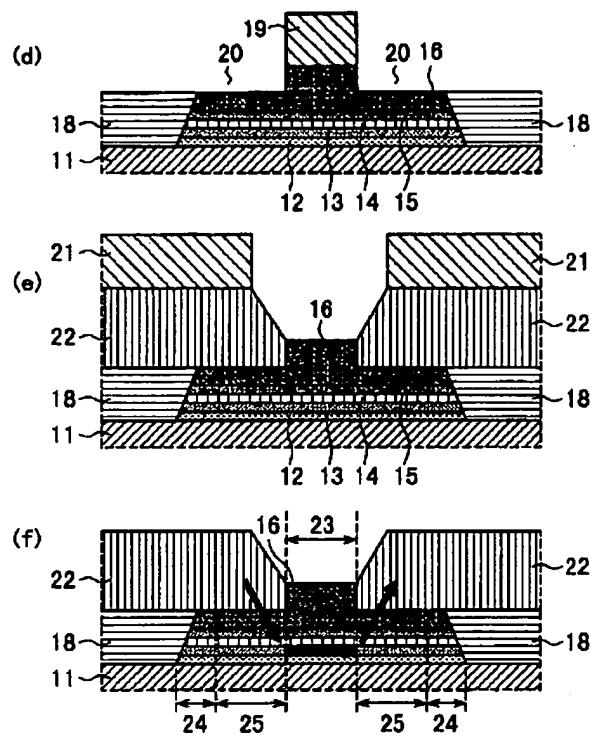
## 本発明の第5の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図



11 : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜      22 : Al端子膜  
 12 : NiFeフリー層      23 : コア幅  
 13 : CoFeフリー層      28 : CoFeフリー層  
 14 : Cu中間層      29 : Cu中間層  
 15 : CoFeビンド層      30 : CoFeビンド層  
 16 : PdPtMn反強磁性層      31 : PdPtMn反強磁性層  
 18 : CoCrPtハードバイアス膜

## [Drawing 3]

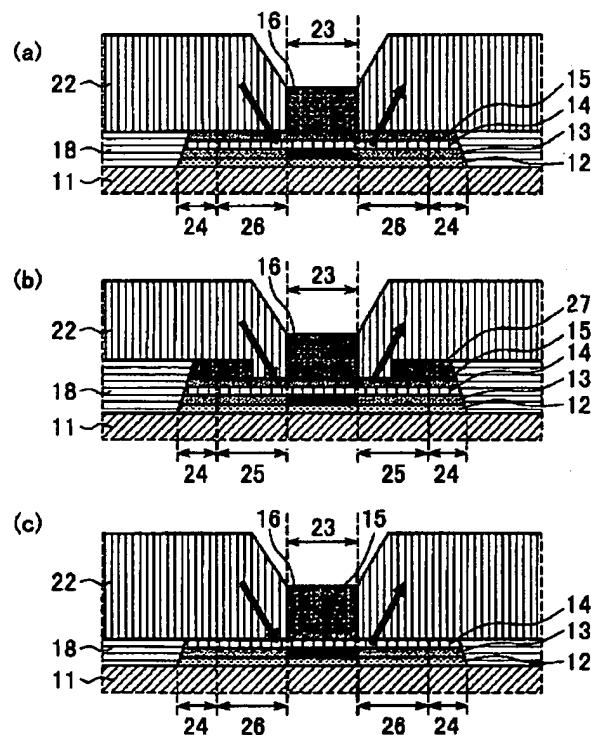
## 本発明の第1の実施の形態の図2以降の製造工程の説明図



11 :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜  
 12 : NiFeフリーアイ層  
 13 : CoFeフリーアイ層  
 14 : Cu中間層  
 15 : CoFeビンド層  
 16 : PdPtMn反強磁性層  
 18 : CoCrPtハードバイアス膜  
 19 : レジストパターン  
 20 : 肉薄部  
 21 : レジストパターン  
 22 :  $\text{Al}$ 端子膜  
 23 : コア幅  
 24 : 不感部  
 25 : 熱変化部分

## [Drawing 4]

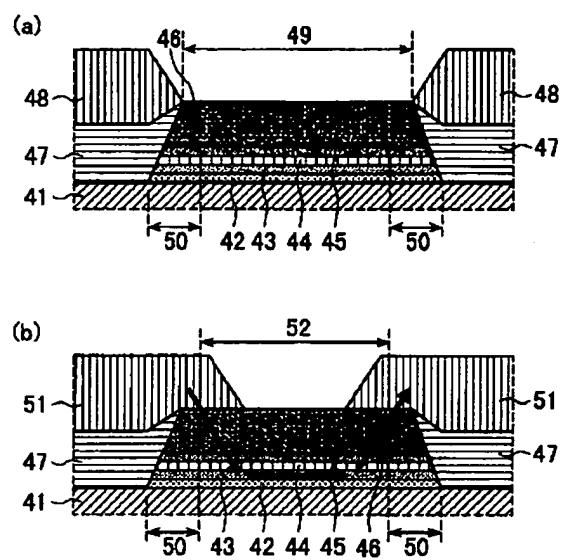
## 本発明の第2乃至第4の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図



11 :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜  
 12 : NiFeフリーアイ層  
 13 : CoFeフリーアイ層  
 14 : Cu中間層  
 15 : CoFeビンド層  
 16 : PdPtMn反強磁性層  
 18 : CoCrPtハードバイアス膜  
 22 :  $\text{Al}$ 端子膜  
 23 : コア幅  
 24 : 不感部  
 25 : 熱変化部分  
 26 : 熱変化部分  
 27 : 反強磁性層

[Drawing 6]

従来の磁気抵抗効果素子の概略的断面図



41 : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜	47 : CoCrPt ハードバイアス膜
42 : NiFeフリーアイ層	48 : Al 端子膜
43 : CoFeフリーアイ層	49 : コア膜
44 : Cu中間層	50 : 不感部分
45 : CoFeビンド層	51 : Al 端子膜
46 : PdPtMn反強磁性層	52 : コア幅

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**